

γ 射线与HNO₂复合处理对辣椒M₁代的诱变效应^{*}

琚淑明, 巩振辉, 李大伟

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 利用⁶⁰Co- γ 射线与HNO₂复合处理辣椒种子, 结果表明, M₁代的损伤效应随着复合处理剂量的增加而增大; 发芽势、根长表现累加效应, 成株率表现协和效应, 但对最终发芽率影响很小; 复合处理最优诱变剂量为30(1×10)Gy γ 射线与0.05 mol/L的HNO₂浸种70 min; 复合处理最优诱变剂量的早期形态预测指标是M₁根长为对照的54%; 诱变处理对发芽势、成株率、株高和根长的效应趋势一致, 其相关系数均达到显著水平。据此认为, 发芽势、成株率和株高可作为早期测定复合处理生物学效应的可靠参考指标。

[关键词] 辣椒; γ 射线; HNO₂; 复合处理; 诱变效应

[中图分类号] S641.304⁺.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)05-0047-04

γ 射线是作物诱变育种中广为应用的物理诱变因素, HNO₂对病毒和微生物来说是一个高效化学诱变剂, 但作为诱变剂用于高等植物的报道尚少。大量试验表明^[1,2], 理化诱变因素复合处理作物, 能减轻或加重生物损伤, 对提高诱变率具有较好效果。为此, 本试验采用不同剂量的 γ 射线与用0.05 mol/L HNO₂配制的诱变剂浸种不同时间及其多重剂量组合处理辣椒干种子, 从形态学方面研究了M₁代的生物学效应, 分析了不同 γ 射线剂量与不同HNO₂处理时间的诱变效果及M₁代形态学性状间的关系, 旨在为诱变育种提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试辣椒品种“2034”、“2032”和“2017”, 均为连续自交5年以上的纯种种子, 由西北农林科技大学辣椒课题组提供。

1.2 试验设计与诱变处理

试验按2因素4水平设计。⁶⁰Co- γ 射线处理的剂量分别为0, 30, 70, 110(1×10)Gy, 剂量率1.6063 Gy/min; HNO₂溶液用醋酸(pH=4.5)缓冲液配制成浓度为0.05 mol/L的诱变液。将风干的辣椒种子经不同剂量的⁶⁰Co- γ 射线照射后置于(28±1)℃温水中浸种6 h, 再用HNO₂诱变液分别处理0, 60, 70和80 min后, 以流水充分冲洗, 最后

进行室内发芽试验与田间试验。试验共设16个处理, 每处理重复3次, 每重复50粒种子。

1.3 室内发芽试验

将诱变处理的种子于(28±1)℃恒温下避光进行发芽试验。第7天统计发芽势, 第14天记录发芽率, 并测量胚根长度。

1.4 田间试验

将诱变处理的种子播种于苗床, 播后60 d记录成株率。苗床植株定植于大田形成M₁群体, 辣椒果实成熟期随机取10株测量株高。

1.5 数据处理与统计分析

为了研究复合处理各效应指标在处理剂量水平上的变化趋势, 根据最小二乘法原则, 建立了 γ 射线照射剂量 X_1 (Gy)、HNO₂处理时间 X_2 (min)对各效应指标 Y 的多元回归方程, 并分别进行回归方程的显著性测验。

平均数、方差分析、回归以及相关分析均用SAS软件处理。

2 结果与分析

2.1 诱变处理对辣椒种子发芽势的影响

γ 射线与HNO₂单一或复合处理对M₁代种子发芽均有明显的抑制作用, 表现为发芽时间随着处理剂量的增大而延长, 发芽势随着处理剂量的增大而降低。复合处理增大了抑制作用。多元回归分析

* [收稿日期] 2002-10-25

[基金项目] 陕西省自然科学基金项目(2001SM11); 陕西省农业生物技术重点实验室基金项目

[作者简介] 琚淑明(1974-), 女, 河北沧州人, 在读硕士, 主要从事蔬菜生物技术研究。

[通讯作者] 巩振辉(1957-), 男, 陕西礼泉人, 教授, 博士生导师, 主要从事蔬菜生物技术及种质资源与育种研究。

结果表明,复合处理对种子发芽的抑制作用为 γ 射线与 HNO_2 单一处理的累加值,即 γ 射线与 HNO_2 对辣椒种子发芽势的抑制作用具有累加效应。

随着复合处理剂量的增大,不同品种的种子发芽势所受的抑制程度不一,表现为 $2034>2032>$

2017,但其剂量效应的趋势是一致的。对 γ 射线与 HNO_2 作用的标准偏回归系数的分析结果表明, γ 射线与 HNO_2 作用效果不同。对品种2017的损伤, γ 射线明显大于 HNO_2 。而对于品种2034,2032则相反, HNO_2 的作用效果要大于 γ 射线(表1)。

表 1 发芽势(Y)与 γ 射线照射剂量(X_1)和 HNO_2 处理时间(X_2)的回归关系

Table 1 Regression equation for the gemination rate at the 7th day (Y) with respect to γ -ray (X_1) and HNO_2 time (X_2)

品种 Variete	回归方程 Regression equation	回归 F 值 F test	X_1 的 t 测验 t test	X_1 的标准 偏回归系数 X_1 standar- dized estimate	X_2 的 t 测验 t test	X_2 的标准 偏回归系数 X_2 standar- dized estimate
2034	$Y=114.332-0.446X_1-0.902X_2$	24.543**	-3.885**	-0.49	-5.083**	-0.74
2032	$Y=60.02-0.248X_1-0.042X_2$	20.993**	-4.018**	-0.31	-5.857**	-0.33
2017	$Y=109.25-0.58X_1-0.36X_2$	15.297**	-5.006**	-0.76	-2.353*	-0.36

注:同列中*和**分别表示与对照差异达0.05和0.01显著水平,下同。

Note:With in same column,“*”and“**”standing respectively for 0.05 and 0.01 remarkableness. It is the same in the following table.

2.2 诱变处理对辣椒种子发芽率的影响

本研究结果表明,无论是单一处理还是复合处理,对种子的最终萌发率影响均很小。并且品种之间无明显差异。这种萌发受抑制的原因可能是种子经处理后,对其最初萌发过程的酶活性产生了一定的影响,但随时间的推移,种子内部营养物质供应加快,抑制效应变小,最终对种子的萌发率影响很小。

2.3 诱变处理对辣椒M₁代根长的影响

辣椒幼苗根系对 γ 射线与 HNO_2 单一或复合处理都极为敏感,处理过的种子胚根伸长较慢,侧根明显受到抑制。Cattel^[3]研究表明,小麦不同器官的辐射敏感性依次为根>子叶>胚芽鞘。本研究结果表

明,根长为对照的54%时,其诱变剂量组合为30(1×10)Gy γ 射线与0.05mol/L的 HNO_2 浸种70min,此诱变剂量组合的M₂代的质量性状与数量性状的变异系数最大。因此,根长为对照的54%可以作为复合处理最优诱变剂量组合的最早形态预测指标,这与李社荣等^[4]的研究结果基本相符,即30(1×10)Gy γ 射线与0.05mol/L的 HNO_2 浸种70min复合处理为最优诱变剂量。

表2表明,不同处理对根系生长产生不同的抑制作用,剂量越大抑制作用越明显。 γ 射线的偏回归系数与标准偏回归系数均大于 HNO_2 。所以在复合处理中, γ 射线对幼苗根系的损伤效应大于 HNO_2 。

表 2 根长(Y)与 γ 射线(X_1)和 HNO_2 处理时间(X_2)的回归关系

Table 2 Regression equation for root growth of seedling with respect to γ -ray (X_1) and HNO_2 time (X_2)

品种 Varieties	回归方程 Regression equation	回归 F 值 F test	X_1 的 t 测验 t test	X_1 的标准 偏回归系数 X_1 standar- dized estimate	X_2 的 t 测验 t test	X_2 的标准 偏回归系数 X_2 standar- dized estimate
2034	$Y=7.153-0.054X_1-0.022X_2$	98.703**	-13.420**	-0.93	-4.162**	-0.29
2032	$Y=7.003-0.053X_1-0.015X_2$	108.280**	-14.296**	-0.95	-3.050**	-0.20
2017	$Y=8.322-0.069X_1-0.019X_2$	32.425**	-7.888**	-0.89	-1.620	-0.18

由表3可见,品种与 γ 射线、 HNO_2 之间分别存在互作效应,反映遗传背景不同的品种对于 γ 射线与 HNO_2 的生长抑制反应不同。但在复合处理中,互作效应不明显, γ 射线与 HNO_2 对幼苗根长的损伤可能是互相独立的过程。

2.4 诱变处理对辣椒种子成株率的影响

M₁代成株率的方差分析结果(表3)表明, γ 射线与 HNO_2 对成株率的影响均达到极显著水平。 γ 射线的损伤效应明显大于 HNO_2 ,二者之间存在极显著互作。因为复合处理的成株率受互作效应的显著影响,所以表现为协同效应,即复合处理M₁代的成株率低于单一处理,并随着处理剂量的增大而降

低,在低剂量范围内,其下降趋势不明显,但当剂量高达一定值时趋势明显加大。

2.5 M₁代形态学性状间的相关分析

辣椒种子经 γ 射线与 HNO_2 单一处理或复合处理后,其发芽时间、发芽势、根长、成株率、株高均受到不同程度的抑制与损伤,并随着剂量的增大而加剧。M₁代形态学性状间的相关关系分析结果(表4)表明,发芽势、成株率和株高与根长的效应趋势一致,相关系数均达到显著水平。因此,根长、发芽势、成株率、株高均可作为早期测定复合处理生物学效应的可靠形态指标。

表 3 复合处理对 M_1 代根长和成株率影响的方差分析

Table 3 F value of variance analysis on root length and rate of survival plant in M_1 generation after combined treatment with γ -ray and HNO_2

变异来源 Variation	根长 Root length		成株率 Rate of survival plant	
	Df	F test	Df	F test
区组间 Plot	4	0.68	2	0.12
A (品种 Variety)	2	6.20**	2	52.36**
B (γ 射线 γ -ray)	3	668.24**	3	3897.02**
C (HNO_2)	3	29.48**	3	1264.53**
A $\times$ B	6	15.61**	6	43.28**
A $\times$ C	6	1.45*	6	82.71**
B $\times$ C	9	2.50*	9	84.51**
A $\times$ B $\times$ C	18	0.64	18	12.4**

表 4 M_1 代形态学性状间的相关分析

Table 4 A nalysis of correlation coefficient between morphological characters in M_1 generation

相关性状 Characters	品种 Variety	成株率 Rate of survival plant	发芽势 Gemm ination rate at the 7th day	株高 Plant height
根长 Root length	2034	0.85**	0.72**	0.96**
	2032	0.72**	0.56*	0.93**
	2017	0.92**	0.83**	0.91**
成株率 Rate of survival plant	2034		0.88**	0.89**
	2032		0.81**	0.90**
	2017		0.95**	0.88**
株高 Plant height	2034		0.74**	
	2032		0.72**	
	2017		0.83**	

3 讨 论

本试验结果表明, γ 射线与 HNO_2 复合处理在发芽时间、发芽势、根长、成株率、株高性状上的生物学损伤效应表现为累加或协同效应, 即复合处理比单一处理效果明显。王长泉^[5]认为, 采用理化因素复合处理, 可以产生累加效应或超累加效应。这可能是辐射处理改变了细胞膜的完整性, 促进了对化学诱变剂的吸收。 γ 射线与 HNO_2 复合处理或单一处理对最终发芽率影响很小, 这与申慧芳等^[6,7]的研究结果一致。

同一品种不同器官对 γ 射线与 HNO_2 的敏感性不同。品种 2034 和 2032 的发芽势对 HNO_2 比较敏感, 但其根的伸长对 γ 射线敏感。品种不同对 γ 射线与 HNO_2 的敏感性不同。总的来说, 品种 2017 对 γ 射线比较敏感, 对 HNO_2 次之。不同种类植物的诱

变因素敏感性不同, 同种类植物不同品种的诱变因素敏感性也不同, 同一植物不同组织器官的诱变因素敏感性亦不同^[8], 因此, 选择适宜的供试材料是获取理想诱变效果的重要因素之一。

对于单一诱变因素适宜剂量的确定, 通常人们以植株的半致死剂量作为获取最佳诱变效果的参数。本试验结果表明, 根长可作为早期测定复合处理生物学效应的可靠形态指标。 M_2 代的质量性状与数量性状的变异系数表明复合处理的效应大于相应的单一处理。 $30(1 \times 10) \text{ Gy} + 60 \text{ min}$ 、 $30(1 \times 10) \text{ Gy} + 70 \text{ min}$ 、 $30(1 \times 10) \text{ Gy} + 80 \text{ min}$ 、 $70(1 \times 10) \text{ Gy} + 60 \text{ min}$ 的组合变异系数都较大, 尤以 $30(1 \times 10) \text{ Gy} + 70 \text{ min}$ 的最高。发芽势、成株率和株高与根长的相关系数均达到极显著水平, 因此发芽势、成株率、株高可作为早期测定复合处理生物学效应的参考形态指标。

[参考文献]

[1] 施巾帼 理化诱变因素复合处理的诱变效应研究进展[A] 王琳清 诱发突变和作物改良[C] 北京: 原子能出版社, 1995 271- 277.
[2] 张再君, 范树国, 刘 林, 等. ^{60}Co - γ 射线与 NaN_3 复合处理对珍珠的诱变效应[J] 西北植物学报, 2000, 20(2): 229- 233

- [3] Cattel W. The effects of X-rays on the growth of wheat seedings[J]. Science, 1931, 73: 531- 533
- [4] 李社荣, 王琳清, 施巾帼, 等. γ 射线与 NaN_3 复合处理小麦的诱变效应[J]. 核农学报, 1989, (增刊): 155- 164
- [5] 王长泉. 果树诱变育种的研究进展[J]. 核农学报, 2000, 14(1): 61- 64
- [6] 申慧芳, 李国柱. ^{60}Co - γ 射线对苦乔干种子的辐射效应[J]. 杂粮作物, 2002, 22(3): 144- 146
- [7] 廖飞雄. ^{60}Co - γ 辐射对菜心种子萌发和幼苗生长的效应[J]. 核农学报, 2001, 15(1): 6- 10
- [8] 冯志杰. 高等植物的辐射敏感性[A]. 王琳清. 诱发突变和作物改良[C]. 北京: 原子能出版社, 1995. 75- 81

Mutagenic effects of the combined treatments with ^{60}Co - γ ray and HNO_2 on the peppers in M_1

JU Shu-ming, GONG Zhen-hui, LIDA-wei

(College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Experiment was conducted to study mutagenic effects of the single and combined treatment with ^{60}Co - γ ray and HNO_2 on dry seeds of peppers in M_1 . The results showed that the combined treatment inhibited the germination rate at 7th day in different degree but did not affect germination rate eventually and that additive as well as synergistic effects were observed in the M_1 generation treated with ^{60}Co - γ rays and HNO_2 . The additive effect was observed on the root length and the germination rate, the synergistic effect was observed on the rate of survival plant. 54% of root length in M_1 could be used for predicting effect in M_2 under the best combined treatment. The treatment of $30(1 \times 10)\text{Gy } \gamma\text{ray} + 70\text{min } (0.05\text{mol/L } \text{HNO}_2)$ was the best one. There were the significant relationship between the rate of survival plant, the plant height, the germination rate and the root length.

Key words: pepper; ^{60}Co - γ ray; HNO_2 ; combined treatment; effect of induced mutation

欢迎订阅 2004 年《西南农业学报》

《西南农业学报》是由西南六省、市农科院(所)联合主办的国内外公开发行的综合性农业学术期刊。本刊立足大西南,面向国内外,主要刊登农学、林学、植(森)保、园艺、土壤农化、畜牧、兽医、农业机械与电子工程、水利和建筑工程、食品科学等方面体现大西南地方特色的农牧业各专业学科在基础理论研究和应用技术理论研究方面具有创见的学术论文、领先水平的科研成果、学术报告、研究简报,有新意的文献综述及学术动态、科研成果、新品种介绍等。

《西南农业学报》为双月刊,96页,大16开,彩色封2/3,每期定价10元,全年60元。邮发代号62-152,全国各地邮局均可订阅。欢迎广大读者踊跃投稿和订阅。

地址:成都市静居寺路20号省农科院情报所内 邮编:610066 电话:(028)84504192